

## 明 細 書

## 電動パワーステアリング装置の制御装置

## 技術分野

本発明は、自動車や車両の操舵系にモータによる操舵補助力を付与するようにした電動パワーステアリング装置の制御装置に関し、特にモータの回転方向の検出などを安価なセンサで検出できるようにした電動パワーステアリング装置の制御装置に関する。

## 背景技術

自動車のステアリング機構をモータの回転力で操舵補助力を付与する電動パワーステアリング装置は、モータの駆動力を減速機を介してギア又はベルト等の伝達機構により、ステアリングシャフト或いはラック軸に操舵補助力を付与するようになっている。このような電動パワーステアリング装置の構成例を第1図に示して説明する。

操向ハンドル101の軸102は減速ギア103、ユニバーサルジョイント104a及び104b、ピニオンラック機構105を経て操向車輪のタイロッド106に連結されている。軸102には、操向ハンドル101の操舵トルクを検出するトルクセンサ107が設けられており、操向ハンドル101の操舵力を補助するモータ108が減速ギア103を介して軸102に連結されている。そして、電動パワーステアリング装置のモータ制御は、トルクセンサ107が検出したトルク値や図示しない車速センサが検出した車速、或いはホールセンサ110などで検出したモータの回転角度などを入力値としてコントロールユニット109で制御される。コントロールユニット109は主としてCPUで構成さ

れ、その内部プログラムでモータ制御を実行する。

このような電動パワーステアリング装置において、モータ 108 の制御は重要な制御対象であり、モータ 108 のロータに回転角センサや回転位置センサを取り付け、実際の回転角や回転位置を検出してモータ制御に用いている。そして、同時にこれらのセンサが正しく動作しているかどうかを監視している。そのような電動パワーステアリング装置のモータ制御の一例を、特開 2000-184774 号公報に開示されている内容を用いて説明する。

第 2 図は上記公報に開示されているモータ制御のブロック図であり、その基本的な動作は以下の通りである。先ず d 軸、q 軸で表現された磁化電流指令値  $i_d^*$  とトルク電流指令値  $i_q^*$  を求める。次に、モータ M に実際に流れる電流  $i_u$ ,  $i_v$ ,  $i_w$  を測定し、これら電流を 3 相 / 2 相変換してフィードバック電流  $i_{df}$  及び  $i_{dq}$  を求める。磁化電流指令値  $i_d^*$  及びトルク電流指令値  $i_q^*$  とフィードバック電流  $i_{df}$  及び電流  $i_{qf}$  との偏差を各々算出し、その偏差を比例積分回路 (PI 回路) に入力して電圧指令値  $v_d$ ,  $v_q$  を算出する。算出された電圧指令値  $v_d$ ,  $v_q$  を 2 相 / 3 相変換して 3 相の電圧指令値  $V_u$ ,  $V_v$ ,  $V_w$  を算出し、電圧指令値  $V_u$ ,  $V_v$ ,  $V_w$  に基いて PWM 制御の指令値が決定され、その指令値に基いて駆動回路がモータ M を PWM 制御する。

ここで、モータ M には回転角センサと位置検出素子としてのホール素子 216 が取り付けられている。回転角センサで検出された信号を基に角度検出回路 210 でロータの角度  $\theta$  が算出され、ホール素子 216 からのホールセンサ信号とロータの角度  $\theta$  を入力とし、回転角センサの異常やホールセンサの異常を異常検出処理回路 200 で検出している。

この異常検出回路 200 では、ホール素子 216 の検出異常とロータの角度  $\theta$  の検出異常を検出している。

このような回転角センサの異常及び位置検出センサであるホール素子 216 の異常を検出する方式では、位置検出センサであるホール素子 216 の異常状態を検出するだけでホール素子 216 が正常のときの回転方向を検出できていない。また、異常／正常を判定するための判定基準表を参照するとき、複数の条件文を使用するため処理時間が多くなる。そして、回転角センサとホール素子 216 の両方を使用するため、異常判定処理が複雑になるなどの問題がある。

本発明は上述のような事情から成されたものであり、本発明の目的は、ホールセンサなどの簡単な位置検出センサを用いて、処理時間の少ない、回転方向検出の異常及び回転方向検出が正常時の回転方向を同時に検出でき、さらに、求めた回転方向の情報を用いてハンドルの相対舵角を検出できる電動パワーステアリング装置の制御装置を提供することにある。

#### 発明の開示

本発明は、車両の操舵系にモータによる操舵補助力を付与するようにした電動パワーステアリング装置の制御装置に関するものであり、本発明の上記目的は、モータの回転位置を検出して 2 値出力する複数の位置検出センサと、前記複数の位置検出センサの出力を入力とする状態関数を所定時間毎に計算する状態関数計算手段と、前記所定時間を介して前後する前記状態関数の出力値をそれぞれ入力して、前記モータの回転方向の検出及び前記モータの回転方向の検出異常を同時に検出する判定手段とを設けることによって達成される。

また、本発明の上記目的は、前記状態関数は、その出力値が前記モータの回転位置と重複することなく一対一の関係となる関数であることによって、或いは前記回転方向から得られる時計回り回転、反時計回り回転、停止の各状態を数値に置き換え、前記所定時間毎に前記数値を積算

してハンドル相対舵角又はコラム相対舵角を算出する相対舵角算出手段を設けることによって達成される。更に、本発明の上記目的は、前記ハンドル相対舵角又は前記コラム相対舵角と前記所定時間とを用いてハンドル操舵速度又はコラム操舵速度を算出する操舵速度算出手段を設けることによって達成される。

#### 図面の簡単な説明

第1図は電動パワーステアリング装置の構成例を示す図である。

第2図は、従来のモータ回転方向検出異常の検出例を示すブロック図である。

第3図は、モータの回転位置とホールセンサの出力を入力とする状態関数の出力値の関係を示す図である。

第4図はホールセンサの出力値と状態値  $S_n$  との関係を示す図である。

第5図はモータの回転方向と状態値  $S_n$  との関係を示す図である。

第6図は、所定時間を介した前後の状態値  $S_n$ 、 $S_{n+1}$  と回転方向及び回転方向検出異常の関係を示す図である。

第7図は、ホールセンサの異常なども考慮した状態値  $S_n$ 、 $S_{n+1}$  と回転方向及び回転方向検出異常の関係を示す図である。

第8図は本発明の制御構成例を示すブロック図である。

第9図は、本発明のモータ回転方向検出及び回転方向検出異常を判定する処理例を示すフローチャートである。

第10図は舵角の算出例を示すフローチャートである。

第11図はハンドル相対舵角、コラム相対舵角、ハンドル操舵速度及びコラム操舵速度を算出する動作例を示すフローチャートである。

## 発明を実施するための最良の形態

本発明の基本的な理論を説明し、その後で具体的な実施例について説明する。

モータのロータの位置を検出する位置検出センサHS1、HS2、HS3を3個配して、ロータの位置を検出する場合の理論を説明する。位置検出センサとしては、ホールセンサなどの2値信号を出力するものが最適で、一般的に安価な部品として手に入れることができる。3個のホールセンサが120度毎の等間隔に配置されている場合、その2値出力の関係を第3図に示す。位置検出センサHS1の出力が「0」から「1」へ、或いは「1」から「0」へ回転角の180度毎に変化する。位置検出センサHS2の出力は、位置検出センサHS1の出力に120度位相がずれた状態で「0」から「1」へ、或いは「1」から「0」へ回転角の180度毎に変化する。また、位置検出センサHS3の出力は、位置検出センサHS1とは240度、位置検出センサHS2とは120度位相がずれた状態で「0」から「1」へ、或いは「1」から「0」へ回転角の180度毎に変化する。

ここで、位置検出センサHS1、HS2、HS3の出力値を入力とする状態関数を定める。この状態関数は、その出力値がモータの回転位置と重複することなく一対一の関係となるものである。その一例として(1)式を状態関数として利用する。

$$\begin{aligned} S &= 4 \cdot \text{「HS3」} + 2 \cdot \text{「HS2」} + \text{「HS1」} \\ &= 2^2 \cdot \text{「HS3」} + 2^1 \cdot \text{「HS2」} + 2^0 \cdot \text{「HS1」} \quad \cdots (1) \end{aligned}$$

ここで「HS1」、「HS2」、「HS3」はそれぞれ位置検出センサHS1、HS2、HS3の出力値であり、「0」又は「1」のどちらかの値をとる。

状態関数  $S$  は上記 (1) 式に限定されるものではなく、状態関数  $S$  はその出力値  $S_n$  (以下、“状態値  $S_n$ ” とする) がモータの回転位置と重複することなく一対一の関係となるものであれば、別の関数を用いても良い。

第3図は、(1) 式の状態関数  $S$  の計算結果を示している。第3図から判明するように、モータのロータの60度毎の位置と状態値  $S_n$  の値の関係は一対一に関係づけられていることが分かる。第3図において、右側に移動する、例えば状態関数  $S$  の値が「5」から「4」へ、「4」から「6」へ移動する方向を時計回り回転 (以下、CW とする) とする。逆に左に移動する、例えば状態関数  $S$  の値が「5」から「1」へ、「1」から「3」へ移動する方向を反時計回り回転 (以下、CCW とする) とする。

各位置検出センサ HS の出力値と状態関数  $S$  の出力値である状態値  $S_n$  との関係を図示すると、第4図になる。第4図において、状態値  $S_n$  が「0」及び「7」は回転位置としては定義づけられていないが、状態関数  $S$  の出力値として存在し得るので表記しておく。具体的にはホールセンサの1個が故障して、その出力が常時「0」或いは「1」の場合に状態値  $S_n$  として「0」や「7」が存在する。

また、第5図は回転方向である CW や CCW と状態値  $S_n$  の出力値との関係を分かり易くするための図で、モータの回転方向と状態値  $S_n$  との値の関係を表示してある。第5図から判明することは、ある状態値  $S_n$  から別の状態値  $S_{n+1}$  へ移動する関係は決定されている。例えば状態値  $S_n$  が「1」の場合、CW の方向なら次は必ず「3」へ移動し、CCW 方向であれば「5」へ移動する。よって、状態値  $S_n$  が「1」から、次に「2」や「4」、「6」へ直接移動することはありません、異常と見な

される。

そこで、ある時点から次の時点に変化した時の状態値  $S_n$  の変化の関係を、第6図に示す。第6図は、ある時点の状態関数  $S$  の出力値である状態値  $S_{n-1}$  と次の状態値  $S_n$  の関係を表わしている。第6図において、ある時点の状態値  $S_{n-1}$  の値が「1」で、次の状態値  $S_n$  が「3」であれば、CW方向の回転なので第6図において、状態値  $S_{n-1}$  と状態値  $S_n$  との交点の位置には「CW」と表示してある。次の状態値  $S_n$  が「5」であれば、CCW方向の回転なので状態値  $S_{n-1}$  と状態値  $S_n$  との交点の位置には「CCW」と表示してある。ここで、状態値  $S_{n-1}$  が「1」で状態値  $S_n$  が「1」であればそれは回転せず、同じ位置に止まっていた回転停止を意味するので状態値  $S_{n-1}$  と状態値  $S_n$  との交点の位置には「0」と表示してある。なお、状態値  $S_{n-1}$  が「1」で、状態値  $S_n$  が「2」、「4」、「6」であれば、それは異常なので「E」と表示する。

ホールセンサの故障まで考えると、状態値  $S_n$  は「0」及び「7」も存在するので、第7図が全てのケースを表示するものといえる。よって、ホールセンサの異常を前提とする状態値  $S_{n-1}$ 、 $S_n$  が「0」又は「7」との交点はすべて「E」が表示されている。

この第7図の意味するところは、ある時点の状態値  $S_n$  と次の時点の状態値  $S_{n+1}$  とが判明すれば、モータの回転方向及び検出異常が即座に判定することができることが分かる。この関係を(2)式のように定義する。

$$X = T [S_{n-1}] [S_n] \quad \cdots (2)$$

(2) 式の意味するところは、ある時点の状態値  $S_{n-1}$  と、次の時点の状態値  $S_n$  が判明すると第7図の関係から、CW方向の回転、CCW

方向の回転、回転停止、検出異常の関係が分かるので、出力値Xの値としてCW方向回転は「1」、CCW方向回転は「-1」、回転停止は「0」、検出異常Eは「127」として出力することにする。よって、この出力Xを見れば、モータの回転方向及び検出異常が同時に即座に判明する。

次に、相対舵角の検出原理について説明する。第7図から判明することは、検出異常でない場合、モータがCW方向の回転或いはCCW方向の回転、或いは回転停止であることが即座に判明する。そこで、(2)式で定義した出力Xの値は、CW方向の回転を「1」として出力し、CCW方向の回転を「-1」として出力し、回転停止状態を「0」として出力する。3個のホールセンサを120度で等間隔に配すれば、「1」が60度相当の量を意味している。なお、この120度、60度などの角度は電気角度を意味しており、以下角度は電気角表示である。

よって、ある時点の状態値 $S_n$ から次の時点の状態値 $S_{n+1}$ の関係が「1」であれば、CW方向に60度回転し、次に状態値 $S_{n+1}$ から状態値 $S_{n+2}$ への変化のときの関係も「1」であれば、さらに60度CW方向に回転したことが分かる。逆に、ある時点の状態値 $S_n$ から次の時点の状態値 $S_{n+1}$ の関係が「-1」であれば、CCW方向に60度回転していることが分かる。また、ある時点の状態値 $S_n$ から次の時点の状態値 $S_{n+1}$ の関係が「0」であれば、回転せず停止していることを意味する。よって、第7図の関係から、CW方向回転、CCW方向回転、停止をそれぞれ意味する「1」、「-1」、「0」である出力値Xを前の状態に加算し、加算結果を積算すれば相対的なモータの回転位置が分かる。つまり、下記(3)式のようにして加算して加算結果を出しておけば良い。

$$C_{n+1} = C_n + X \quad \cdots (3)$$



つまり、前の加算結果  $C_{nt}$  に出力値  $X$  を加算した結果を新しい加算結果  $C_{nt}$  とすれば、加算した結果が積算され、相対的なモータの回転角度を算出することができる。

次に、モータの回転度数からハンドル舵角  $A_n$  及びコラム舵角  $B_n$  を算出することができる。なお、このハンドル舵角  $A_n$  やコラム舵角  $B_n$  は、ハンドル相対舵角  $R_A$  やコラム相対  $R_B$  舵角を算出するために利用するための舵角である。

先ずハンドル舵角  $A_n$  を算出する。ハンドル舵角  $A_n$  を算出するためには、ウオームのギア比なども考慮する必要がある。この関係は電動パワーステアリング装置によって異なるが、例えば 3 相 4 極モータの場合、(4) 式の様に表示される。

$$A_n = K \cdot C_{nt} + T_n / K_t \quad \dots (4)$$

ここで、 $K = 60 \text{ 度} / 2 / G$  である。  $G$  はウオームギアのギア比である。また、第 2 項の  $T_n / K_t$  はトーションバーのねじれ角度であり、そのねじれ角度も考慮して加算したものである。なお、 $T_n$  は、状態値  $S_n$  と同時期に検出されるトルク値で、 $K_t$  はバネ定数である。

次に、コラム舵角  $B_n$  を算出する。コラム舵角  $B_n$  は (4) 式のトーションバーのねじれ角度を削除すれば良く、下記 (5) 式のように表示できる。

$$B_n = K \cdot C_{nt} \quad \dots (5)$$

次に、ハンドル相対舵角  $R_A$  及びコラム相対舵角  $R_B$  を算出する。先ずハンドル相対舵角  $R_A$  は、下記 (6) 式として算出できる。

$$R A = A_n - A_{n-m} \quad \cdots (6)$$

ここで、 $A_n$ はある時点のハンドル舵角で、 $A_{n-m}$ は $m$ ステップ前のハンドル舵角である。相対舵角なのでハンドル舵角 $A_n$ や $A_{n-m}$ の舵角が絶対的な意味で正確である必要はない。

同様に、コラム相対舵角 $R B$ は(7)式のように表示できる。

$$R B = B_n - B_{n-m} \quad (7)$$

ここで、 $B_n$ はある時点でのコラム舵角で、コラム舵角 $B_{n-m}$ は $m$ ステップ前のコラム舵角である。

最後に、ハンドル操舵速度 $V_h$ 及びコラム操舵速度 $V_c$ を算出する。先ずハンドル操舵速度 $V_h$ を算出する場合、 $m$ ステップ変化するときに必要な時間 $t_m$ は分かっているので、ハンドル相対舵角 $R A$ 及び時間 $t_m$ を用いて、下記(8)式を実行すれば良い。

$$V_h = R A / t_m \quad \cdots (8)$$

$t_m$ を例えば100msのような時間に設定しておけば、(5)式から直接ハンドル操舵速度を算出することができる。

同様に、コラム操舵速度 $V_c$ はコラム相対舵角 $R B$ 及び時間 $t_m$ を用いて下記(9)式を用いて算出できる。

$$V_c = R B / t_m \quad \cdots (9)$$

以上が、回転方向検出の異常及び回転方向検出が正常時の回転方向を同時に検出でき理論的な説明と、ハンドル相対舵角 $R_A$ とコラム相対舵角 $R_B$ 及びハンドル操舵速度 $V_h$ とコラム操舵速度 $V_c$ の算出の理論的な説明である。

次に、図面に基づいて本発明の好適な実施例について詳細に説明する。

以下に説明する制御処理は所定時間毎に処理される。そして、所定時間は、ある状態である $n$ ステップから次の状態の $(n+1)$ ステップまでの1ステップに要する時間である。この所定時間はコントロールユニットのCPUの性能や検出センサの検出速度などを総合的に考えて決定される。

第8図はホールセンサの出力を入力して、回転方向検出の異常及び回転方向検出が正常時の回転方向を同時に検出するための制御ブロック図である。

その構成は、モータに配されたホールセンサ $HS_1$ 、 $HS_2$ 、 $HS_3$ と、その出力を入力とする状態関数計算手段11と、状態関数計算手段11の出力を入力とする判定手段12とで構成される。判定手段12は、更に記憶手段12-1及び判定テーブル12-2で構成されている。記憶手段12-1は状態関数計算手段11の出力である状態値 $S_n$ を記憶すると共に、1ステップ前の状態値 $S_{n-1}$ を判定テーブル12-2へ出力する構成となっている。判定手段12-2は、状態値 $S_n$ と状態値 $S_{n-1}$ とを入力として判定値 $X$ を出力する構成となっている。なお、判定テーブル12-2は、第7図に示す回転方向及び回転方向検出異常の判定をするテーブルである。

このような構成において、その動作を第9図のフローチャートを参照して説明する。

位置検出センサであるホールセンサ $HS_1$ 、 $HS_2$ 、 $HS_3$ はモータ

の回転位置に対応して2値出力である「0」又は「1」を出力する。ホールセンサの出力「HS1」、「HS2」、「HS3」は状態関数計算手段11に入力される(ステップS1)。この状態関数計算手段11で、(1)式である $S_n = 4 \cdot \text{「HS3」} + 2 \cdot \text{「HS2」} + \text{「HS1」}$ が計算される。この計算結果である状態値 $S_n$ は、判定手段12に入力される(ステップS2)。この状態関数の計算は所定時間毎に実行される。

判定手段12に入力された状態値 $S_n$ は記憶手段12-1及び判定テーブル12-2に入力される。記憶手段12-1は、状態値 $S_n$ を記憶する(ステップS3)。そして、記憶手段12-1は、処理ステップの1ステップ前の状態値 $S_{n-1}$ を判定テーブル12-2へ出力する(ステップS4)。

判定テーブル12-2には、前記所定時間を介して前後する状態関数の出力値である状態値 $S_n$ と状態値 $S_{n-1}$ が入力される(ステップS5)。判定テーブル12-2は状態値 $S_n$ と状態値 $S_{n-1}$ との関係を直ちに判定する。例えば状態値 $S_n$ が「1」で状態値 $S_{n-1}$ が「3」であれば、CCW方向の回転であり、状態値 $S_n$ が「1」で状態値 $S_{n-1}$ が「5」であれば、CW方向の回転である。状態値 $S_n$ が「1」で状態値 $S_{n-1}$ が「1」であれば、回転せず回転停止の状態である。状態値 $S_n$ が「1」で状態値 $S_{n-1}$ が「6」であれば、回転検出が異常である。

判定テーブル12-2の出力としては、(2)式の出力Xの値として出力される。つまり、CW回転なら「1」、CCW回転なら「-1」、回転停止なら「0」、回転検出の異常なら「E」或いは「127」で出力される(ステップ6)。

モータの回転方向の検出及び回転方向の検出異常を、テーブルを使用することで条件文を使用することなく、同時に検出できるところが、本発明の優れた効果である。なお、回転検出異常の出力は、その異常状態

に対応したフェールセーフ処理を実行するために利用することができる。

次に、ハンドル相対舵角  $R_A$  及びコラム相対舵角  $R_B$  の算出の実施例について、第 10 図及び第 11 図のフローチャートを参照して説明する。

まず、相対舵角カウンタ 13 でハンドル舵角  $A_n$  及びコラム舵角  $B_n$  を算出する。その算出手順を図 8 のフローチャートを参照して説明する。最初にモータの回転方向である CW 回転、CCW 回転、回転停止を数値化する。本実施例では、判定テーブル 12-2 は回転方向の検出と数値化を同時に実施しており、CW 回転、CCW 回転、回転停止はそれぞれ「1」、「-1」、「0」と数値化される。つまり、 $X$  は「1」、「-1」、「0」のいずれかの値をとる（ステップ S11）。次に、数値  $X$  を所定時間毎に、つまりステップ毎に加算し続け、積算値  $C_{nt}$  を算出する。つまり  $C_{nt} = C_{nt} + X$  の式を実行して、その結果、 $X$  が積算され積算値  $C_{nt}$  が算出される（ステップ S12）。

次に、(4) 式で定義された式  $A_n = K \cdot C_{nt} + T_n / K_t$  に基いてハンドル舵角  $A_n$  及び (5) 式で定義された式  $B_n = K \cdot C_{nt}$  に基き、コラム舵角  $B_n$  が算出される（ステップ S13）。なお、トルク  $T_n$  は  $n$  ステップでのトルク値である。最後にカウンタとして  $n$  ステップを終了し、 $(n+1)$  ステップに対応する計数を行う（ステップ S14）。以上が、相対舵角カウンタ 13 の動作である。

次に、ハンドル相対舵角  $R_A$  とコラム相対舵角  $R_B$ 、及びハンドル操舵速度  $V_h$  とコラム操舵速度  $V_c$  を求める。ハンドル相対舵角  $R_A$  及びコラム相対舵角  $R_B$  は相対舵角算出手段 14 で算出され、ハンドル操舵速度  $V_h$  及びコラム操舵速度  $V_c$  は操舵速度算出手段 15 で算出される。相対舵角算出手段 14 では、第 11 図のフローチャートにおいて、(6) 式及び (7) 式を実行する。つまり、ハンドル相対舵角  $R_A$  については、現在の  $n$  ステップの舵角  $A_n$  から  $m$  ステップ前の舵角  $A_{n-m}$  を減算すれ

ば、ハンドル相対舵角  $R_A$  が算出される。また、コラム相対舵角  $R_B$  については、現在の  $n$  ステップのコラム舵角  $B_n$  から  $m$  ステップ前のコラム舵角  $B_{n-m}$  を減算すれば、ハンドル相対舵角  $R_A$  が算出される。(ステップ  $S21$ )。

さらに、算出されたハンドル相対舵角  $R_A$  及びコラム相対舵角  $R_B$  を  $m$  ステップに要した時間  $t_m$  で徐算すれば、ハンドル操舵速度  $V_h$  及びコラム操舵速度  $V_c$  がそれぞれ算出される(ステップ  $S22$ )。

以上説明したように、本発明の電動パワーステアリング装置の制御装置によれば、モータの回転方向を数値化して、その数値を各ステップ毎に積算することによって、ハンドル相対舵角  $R_A$  及びコラム相対舵角  $R_B$  を求めることができ、算出されたハンドル相対舵角  $R_A$  及びコラム相対舵角  $R_B$  を基に、ハンドル操舵速度  $V_h$  及びコラム操舵速度  $V_c$  も算出することができる。特に絶対舵角を算出しないので、シンプルなアルゴリズムで正確なハンドル相対舵角、コラム相対舵角、ハンドル操舵速度及びコラム操舵速度を算出することができる。

また、本発明の電動パワーステアリング装置の制御装置によれば、複数の位置検出センサの出力を入力として状態関数計算手段で状態関数を作成し、所定時間を隔てた新旧の状態関数の変化を判定する判定手段によって、簡単なアルゴリズムで、モータの回転方向及び回転方向検出の異常とを同時に簡単に検出することができる効果がある。

更に、検出されたモータの回転方向を数値に置き換えて、所定時間毎にその数値を積算することによって、絶対舵角を算出しないで簡単なアルゴリズムでハンドル相対舵角やコラム相対舵角を正確に算出でき、さらに正確なハンドル操舵速度やコラム操舵速度を簡単に算出できる優れた効果を有している。

### 産業上の利用可能性

本発明による電動パワーステアリング装置の制御装置は、ホールセンサなどの簡単な位置検出センサを用いて、処理時間の少ない、回転方向検出の異常及び回転方向検出が正常時の回転方向を同時に検出することができ、さらに、求めた回転方向の情報を用いてハンドルの相対舵角を検出できるので、比較的安価に高機能な電動パワーステアリング装置を実現できる。

## 請 求 の 範 囲

1. 車両の操舵系にモータによる操舵補助力を付与するようにした電動パワーステアリング装置の制御装置において、前記モータの回転位置を検出して2値出力する複数の位置検出センサと、前記複数の位置検出センサの各出力を入力とする状態関数を所定時間毎に計算する状態関数計算手段と、前記所定時間を介して前後する前記状態関数の出力値をそれぞれ入力して、前記モータの回転方向の検出及び前記モータの回転方向の検出異常を同時に検出する判定手段とを備えたことを特徴とする電動パワーステアリング装置の制御装置。

2. 前記状態関数は、その出力値が前記モータの回転位置と重複することなく一対一の関係となる関数である請求の範囲第1項に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置。

3. 前記判定手段が記憶手段及び判定テーブルで構成されており、前記判定テーブルが時計回り回転、反時計回り回転、停止及び回転方向検出異常の判定結果を出力するようになっている請求の範囲第1項又は第2項に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置。

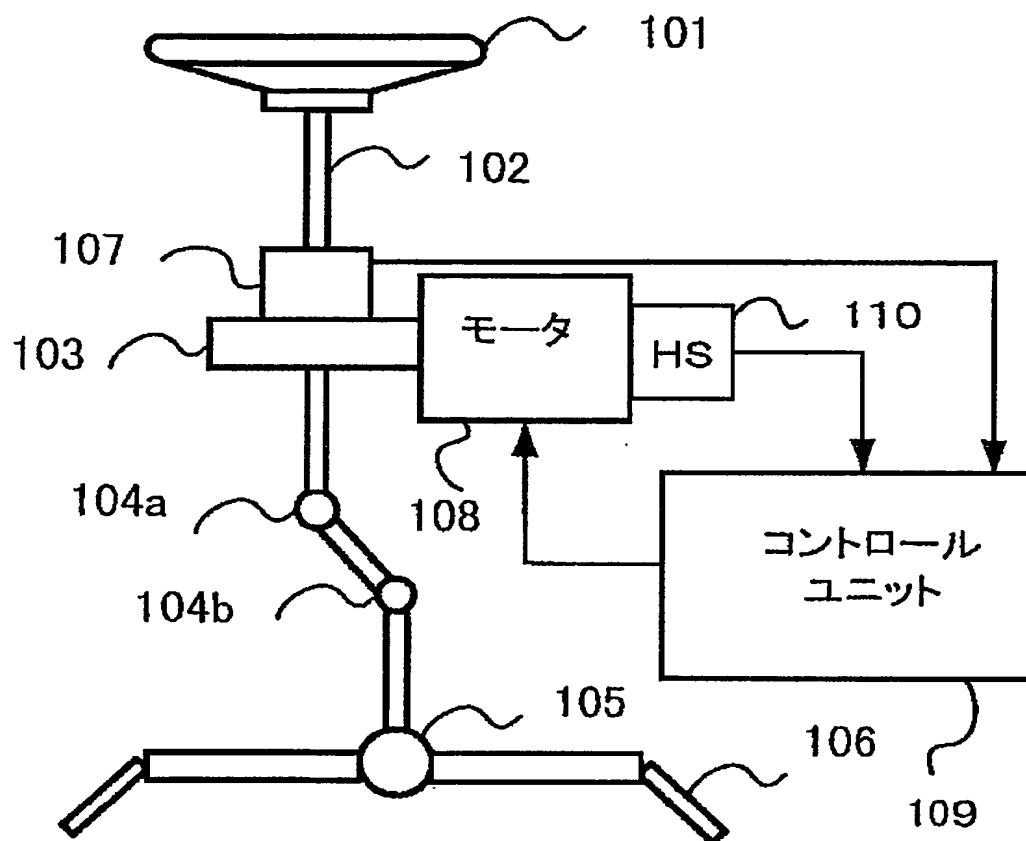
4. 前記回転方向から得られる時計回り回転、反時計回り回転、停止の各状態を数値に置き換え、前記所定時間毎に前記数値を積算してハンドル相対舵角又はコラム相対舵角を算出する相対舵角算出手段を備えた請求の範囲第1項又は第2項に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置。



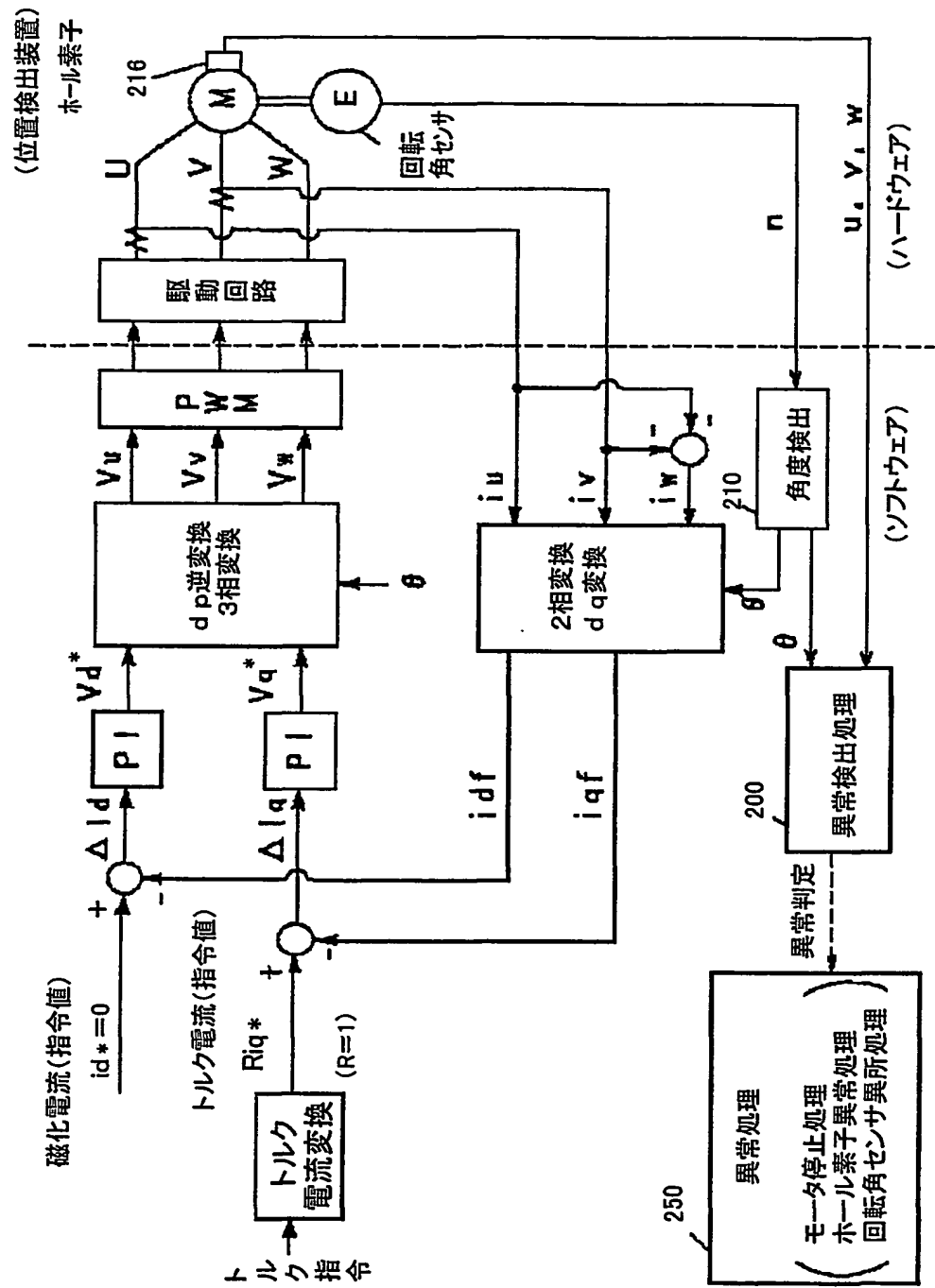
5. 前記ハンドル相対舵角又は前記コラム相対舵角と前記所定時間とを用いて、ハンドル操舵速度又はコラム操舵速度を算出する操舵速度算出手段を備えた請求の範囲第4項に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置。

6. 前記位置検出センサがホールセンサである請求の範囲第1項乃至第5項のいずれかに記載の電動パワーステアリング装置の制御装置。

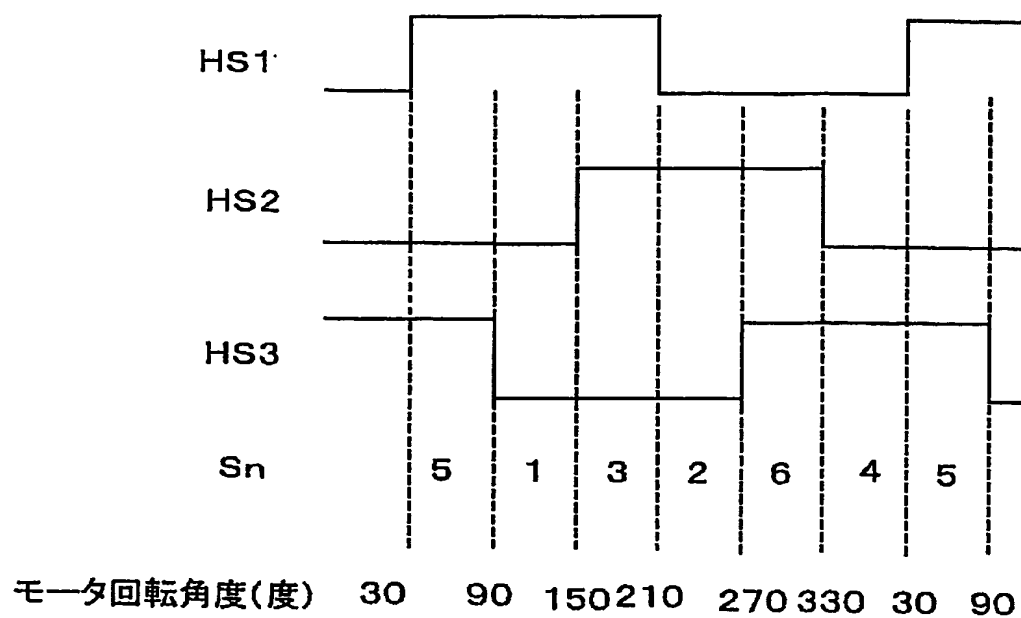
第 1 図



第2図



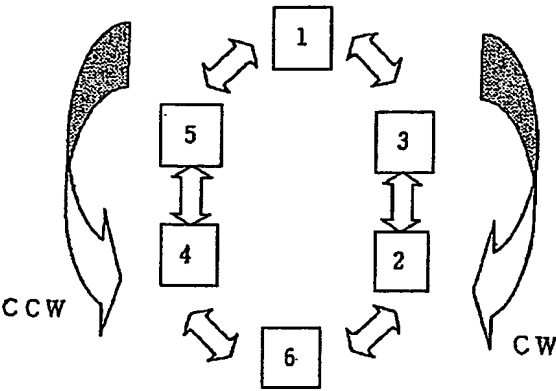
第3図



第4図

HS3 (bit 2)	HS2 (bit 1)	HS1 (bit 0)	S
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

第5図



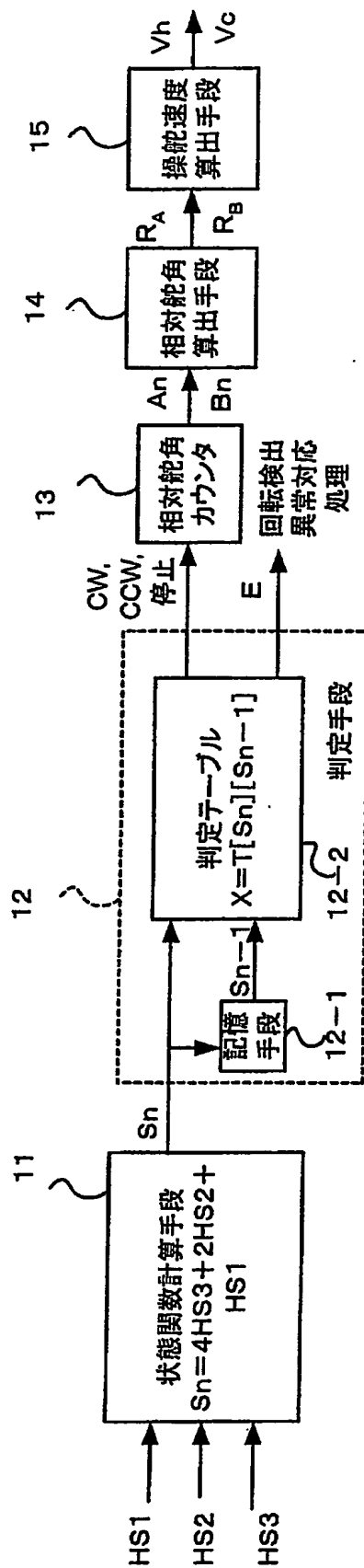
第6図

$S_n \backslash S_{n-1}$	1	2	3	4	5	6
1	0	E	CW	E	CCW	E
2	E	0	CCW	E	E	CW
3	CCW	CW	0	E	E	E
4	E	E	E	0	CW	CCW
5	CW	E	E	CCW	0	E
6	E	CCW	E	CW	E	0

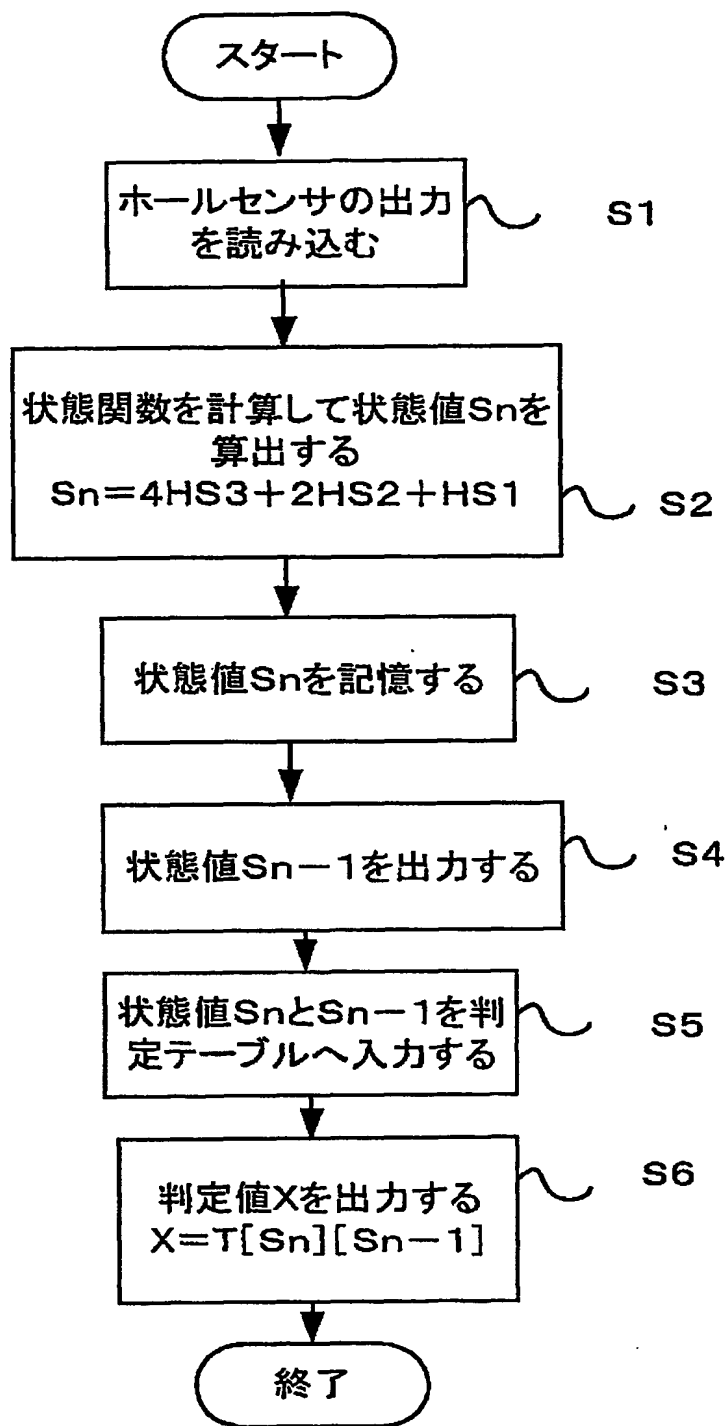
第7図

$S_n \backslash S_{n-1}$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	E	E	E	E	E	E	E	E
1	E	0	E	CW	E	CCW	E	E
2	E	E	0	CCW	E	E	CW	E
3	E	CCW	CW	0	E	E	E	E
4	E	E	E	E	0	CW	CCW	E
5	E	CW	E	E	CCW	0	E	E
6	E	E	CCW	E	CW	E	0	E
7	E	E	E	E	E	E	E	E

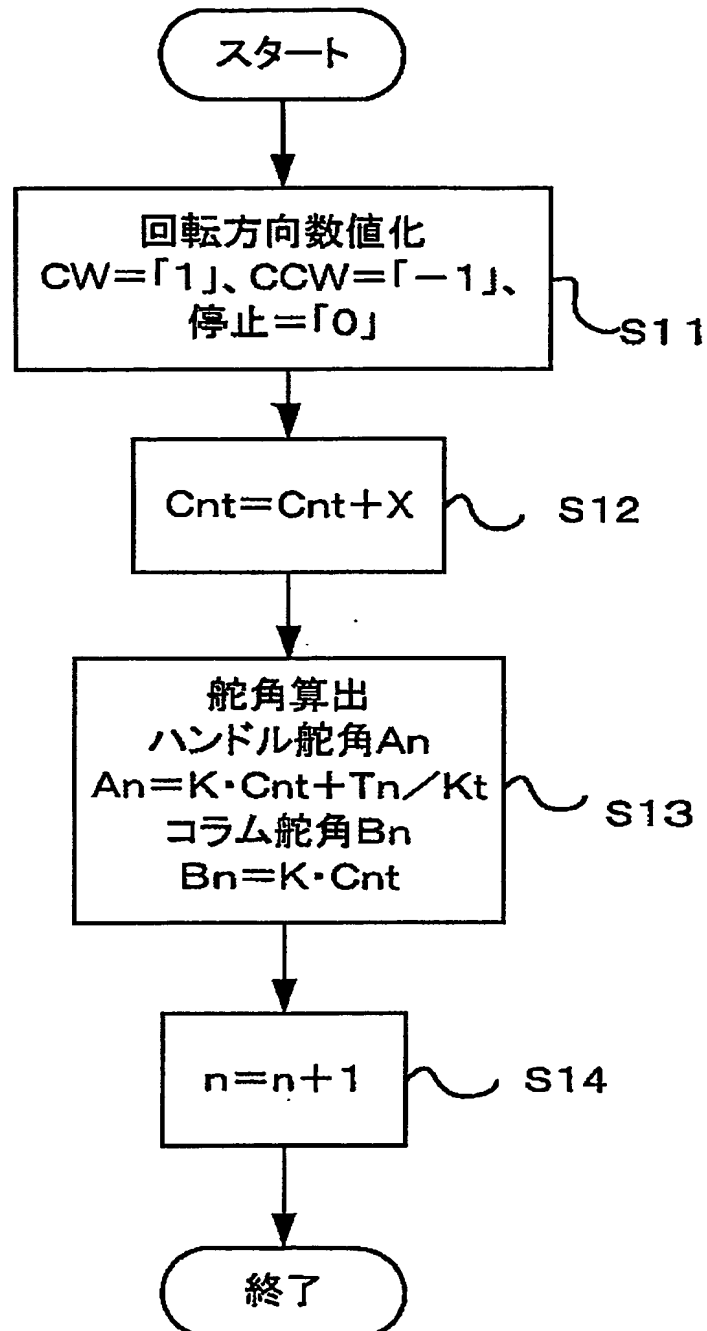
第8図



## 第 9 図

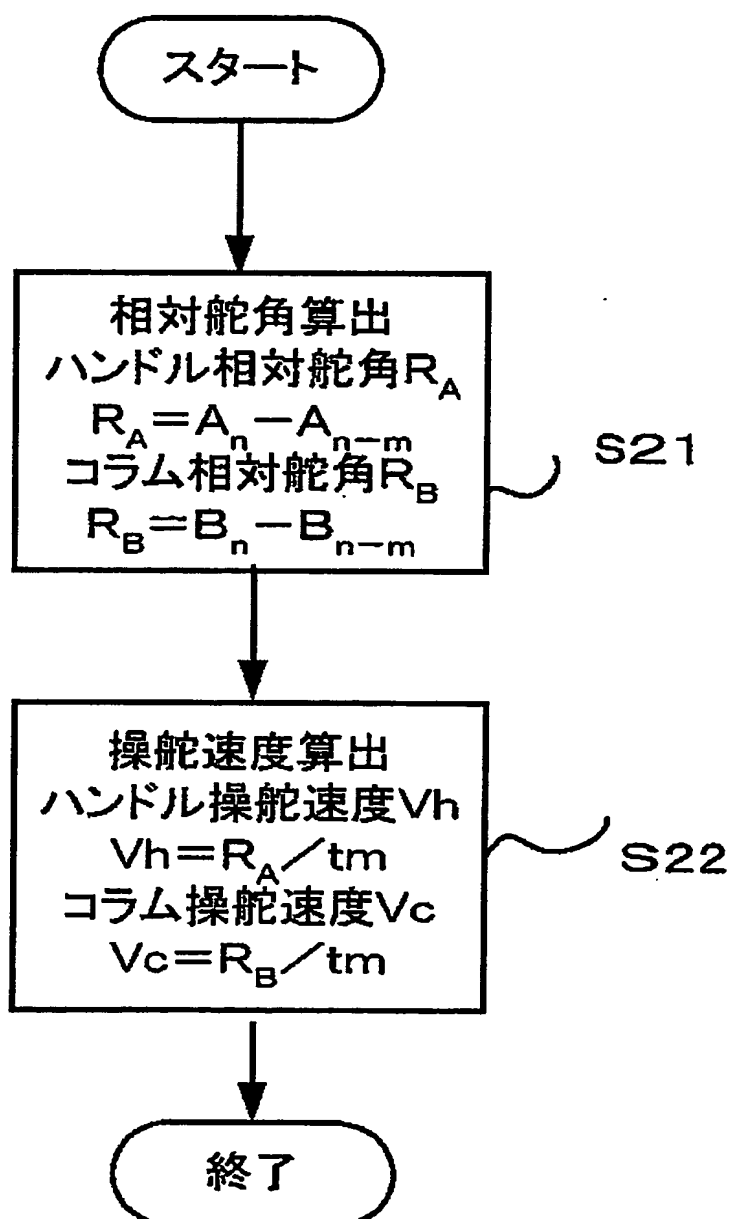


## 第 10 図





## 第 1 1 図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015088

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> G01D5/245, H02P7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G01D5/245, H02P7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000-241197 A (Toyota Motor Corp.), 08 September, 2000 (08.09.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-6
X	JP 61-18387 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 27 January, 1986 (27.01.86), Full text; all drawings (Family: none)	1
X	JP 60-88315 A (Komatsu Ltd.), 18 May, 1985 (18.05.85), Full text; all drawings (Family: none)	1, 3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
02 November, 2004 (02.11.04)

Date of mailing of the international search report  
22 November, 2004 (22.11.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/015088

**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 46316/1986 (Laid-open No. 158302/1987) (Japan Electronic Control Systems Co., Ltd.), 07 October, 1987 (07.10.87), Full text; all drawings (Family: none)	1-6

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

IPC7 G01D5/245、H02P7/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)).

IPC7 G01D5/245、H02P7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2000-241197 A (トヨタ自動車株式会社) 2000.09.08、全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
X	JP 61-18387 A (富士電機株式会社) 1986.01.27、全文、全図 (ファミリーなし)	1
X	JP 60-88315 A (株式会社小松製作所) 1985.05.18、全文、全図 (ファミリーなし)	1、3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02.11.2004

国際調査報告の発送日

22.11.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

井上 昌宏

2F

9504

電話番号 03-3581-1101 内線 3215

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	日本国実用新案登録出願 61-46316 号 (日本国実用新案登録出願公開 62-158302 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したマイクロフィルム (日本電子機器株式会社) 1987. 10. 07、全文、全図 (ファミリーなし)	1-6